

## EJERCICIO DE COLA

Un pequeño supermercado posee una única caja de cobro. El tiempo que tarda el cajero en atender a un cliente sigue una distribución uniforme (6 - 9) min/cliente. Sin embargo, si al iniciar la atención de un nuevo cliente el cajero observa que el sistema contiene tres o más clientes, el mismo toca una campanilla que señala a un ayudante para que venga a auxiliarlo en la tarea de empaque. Esta práctica reduce el tiempo de servicio a (4 - 6) min/cliente. Cuando el sistema está vacío el ayudante regresa a sus tareas habituales de reposición de stock. Los clientes arriban a la caja de cobro según una distribución de Poisson con una media de 10 por hora. Basados en la simulación del sistema durante 70 minutos determinar el porcentaje de utilización del ayudante en las tareas de empaque.

A) Simular el sistema a partir del minuto 0.

**Nota : Tomar la primera columna de números aleatorios para calcular el tiempo de arribo y la segunda para obtener los tiempos de servicio.**

Para distribución Exponencial utilizar la formula:

$$-\frac{1}{\lambda} * \ln(1 - r)$$

### TABLA DE NUMEROS ALEATORIOS

(Tomar las últimas dos cifras de cada número)

|    |       |       |
|----|-------|-------|
| 1  | 51772 | 42331 |
| 2  | 24033 | 83587 |
| 3  | 45939 | 52078 |
| 4  | 30586 | 75797 |
| 5  | 03585 | 81938 |
| 6  | 64937 | 95863 |
| 7  | 15630 | 51135 |
| 8  | 09448 | 57683 |
| 9  | 21631 | 77331 |
| 10 | 91097 | 29414 |
| 11 | 74640 | 29044 |
| 12 | 23491 | 06568 |
| 13 | 60173 | 25424 |
| 14 | 02133 | 45406 |
| 15 | 79353 | 82322 |
| 16 | 03355 | 20790 |
| 17 | 64759 | 98527 |
| 18 | 56301 | 30277 |
| 19 | 91157 | 60710 |
| 20 | 17480 | 06829 |

**SOLUCIÓN**

|             |           |      |                           |   |   |
|-------------|-----------|------|---------------------------|---|---|
| Exponencial |           |      | Uniforme                  |   |   |
|             |           |      | <div>6      4</div> <hr/> |   |   |
| Cliente     | Aleatorio | 6.00 | Aleatorio                 | 9 | 6 |

|    |      |       |
|----|------|-------|
| 1  | 0.72 | 7.64  |
| 2  | 0.33 | 2.40  |
| 3  | 0.39 | 2.97  |
| 4  | 0.86 | 11.80 |
| 5  | 0.85 | 11.38 |
| 6  | 0.37 | 2.77  |
| 7  | 0.30 | 2.14  |
| 8  | 0.48 | 3.92  |
| 9  | 0.31 | 2.23  |
| 10 | 0.97 | 21.04 |
| 11 | 0.40 | 3.06  |

|      |      |      |
|------|------|------|
| 0.31 | 6.93 |      |
| 0.87 | 8.61 |      |
| 0.78 | 8.34 |      |
| 0.97 | 8.91 |      |
| 0.38 | 7.14 |      |
| 0.63 |      | 5.26 |
| 0.35 |      | 4.70 |
| 0.83 |      | 5.66 |
| 0.31 |      | 4.62 |
| 0.14 | 6.42 | 4.28 |
| 0.44 | 7.32 | 4.88 |

| Evento | Tipo de Evento | Cliente N° | Reloj | Estado de Servidor | Longitud de Cola | Tiempo p/ llegada | Proxima Llegada | Tiempo Atencion | Atendiendo Cliente N° | Fin de Atencion | Acumulado p/Ayudante |
|--------|----------------|------------|-------|--------------------|------------------|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------------|-----------------|----------------------|
| 1      | Inicio         | 0          | 0.00  | Libre              | 0                | 7.64              | <b>7.64</b>     |                 |                       |                 |                      |
| 2      | Llegada        | 1          | 7.64  | Ocupado            | 0                | 2.40              | <b>10.04</b>    | 6.93            | 1                     | <b>14.57</b>    |                      |
| 3      | Llegada        | 2          | 10.04 | Ocupado            | 1                | 2.97              | <b>13.01</b>    |                 |                       |                 |                      |
| 4      | Llegada        | 3          | 13.01 | Ocupado            | 2                | 11.80             | <b>24.81</b>    |                 |                       |                 |                      |
| 5      | Fin Aten.      | 1          | 14.57 | Ocupado            | 1                |                   |                 | 8.61            | 2                     | <b>23.18</b>    |                      |
| 6      | Fin Aten.      | 2          | 23.18 | Ocupado            | 0                |                   |                 | 8.34            | 3                     | <b>31.52</b>    |                      |
| 7      | Llegada        | 4          | 24.81 | Ocupado            | 1                | 11.38             | <b>36.19</b>    |                 |                       |                 |                      |
| 8      | Fin Aten.      | 3          | 31.52 | Ocupado            | 0                |                   |                 | 8.91            | 4                     | <b>40.43</b>    |                      |
| 9      | Llegada        | 5          | 36.19 | Ocupado            | 1                | 2.77              | <b>38.96</b>    |                 |                       |                 |                      |
| 10     | Llegada        | 6          | 38.96 | Ocupado            | 2                | 2.14              | <b>41.10</b>    |                 |                       |                 |                      |
| 11     | Fin Aten.      | 4          | 40.43 | Ocupado            | 1                |                   |                 | 7.14            | 5                     | <b>47.57</b>    |                      |
| 12     | Llegada        | 7          | 41.10 | Ocupado            | 2                | 3.92              | <b>45.02</b>    |                 |                       |                 |                      |
| 13     | Llegada        | 8          | 45.02 | Ocupado            | 3                | 2.23              | <b>47.25</b>    |                 |                       |                 |                      |
| 14     | Llegada        | 9          | 47.25 | Ocupado            | 4                | 21.04             | <b>68.29</b>    |                 |                       |                 |                      |
| 15     | Fin Aten.      | 5          | 47.57 | Ocupado            | 3                |                   |                 | 5.26            | 6                     | <b>52.83</b>    | <b>5.26</b>          |
| 16     | Fin Aten.      | 6          | 52.83 | Ocupado            | 2                |                   |                 | 4.70            | 7                     | <b>57.53</b>    | <b>9.96</b>          |
| 17     | Fin Aten.      | 7          | 57.53 | Ocupado            | 1                |                   |                 | 5.66            | 8                     | <b>63.19</b>    | <b>15.62</b>         |
| 18     | Fin Aten.      | 8          | 63.19 | Ocupado            | 0                |                   |                 | 4.62            | 5                     | <b>67.81</b>    | <b>20.24</b>         |
| 19     | Fin Aten.      | 9          | 67.81 | Libre              | 0                |                   |                 |                 | Libre                 |                 |                      |
| 20     | Llegada        | 10         | 68.29 | Ocupado            | 0                | 3.06              | <b>71.35</b>    | 6.24            | 10                    | <b>74.53</b>    |                      |
| 21     | Llegada        | 11         | 71.35 | Ocupado            | 1                |                   |                 |                 |                       |                 |                      |

El ayudante inicia sus tareas de empaque en la caja en T1=47.57 y regresa a reponer stock a T2=67.81.  
 Tiempo utilizado en tareas de empaque = T2-T1 = 67.81 - 47.57 = 20.24 min.

**Porcentaje de utilización =  $20.24/70 = 28.91\%$  » 30%**